



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Elèctrica

**DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA D'UN
ESTABLIMENT DEL SECTOR TERCIARI**



Volum I

Memòria

Autor:	Pau Font Cases
Director:	Roberto Villáfila Robles
Departament	DEE
Convocatòria:	Octubre 2019



RESUM

Aquest projecte té per objectiu dissenyar la instal·lació elèctrica, d'enllumenat i de posta a terra d'un establiment del sector terciari.

En concret es realitza la instal·lació d'una residència d'estudiants. El projecte es desenvolupa de tal manera que sigui perfectament executable seguint totes les prescripcions i normativa vigents.

La Residència consta de planta soterrani, quatre plantes sobre rasant i planta coberta, aquesta s'ha situat en un solar a la situat de Lleida.

La potència contractada de la instal·lació es de 277 kW, es divideix en subministrament prioritari i subministrament no prioritari, es disposa d'un grup electrogen per l'alimentació del subministrament prioritari en cas de fallada del subministrament de la companyia.

Tot el disseny de la instal·lació s'ha realitzat tenint en conté criteris de sostenibilitat, confort i econòmics.

RESUMEN

Este proyecto tiene por objetivo diseñar la instalación eléctrica, de alumbrado y de puesta a tierra de un establecimiento del sector terciario.

En concreto se realiza la instalación de una residencia de estudiantes. El proyecto se desarrolla de tal manera para que sea perfectamente ejecutable siguiendo todas las prescripciones y normativa vigentes.

La Residencia consta de planta sótano, cuatro plantas sobre rasante y planta cubierta, ésta se ha situado en un solar en la ciudad de Lleida.

La potencia contratada de la instalación es de 277 kW, se divide en suministro prioritario y suministro no prioritario, se dispone de un grupo electrógeno para la alimentación del suministro prioritario en caso de fallo del suministro de la compañía.

Todo el diseño de la instalación se ha realizado teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad, confort y económicos.

ABSTRACT

This project aims to design the electrical, lighting and ground-level installation of an establishment in the tertiary sector.

In particular, the installation of a students residence is carried out. The project is developed in a way that is perfectly executable following all the current regulations and laws.

The residence consists of a basement, four floors on a slope and rooftop floor, it has been located in the Lleida area.

The contracted power of the installation is 277 kW. It's divided into a priority supply and a non-priority supply, there is an electricity generator for the supply of the priority supply in case of failure of the company's supply.

All the design of the installation has been carried out with sustainability, comfort and economic criteria.



ÍNDEX

RESUM	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓ	9
1.1. OBJECTE	9
1.2. CONTINGUT DEL PROJECTE.....	9
1.3. DESCRIPCIÓ DE L'EMPLAÇAMENT.....	9
1.4. SUPERFÍCIES	11
2. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	22
2.1. NORMATIVA APLICABLE.....	22
2.2. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	22
2.3. PREVISIÓ DE CÀRREGUES.....	22
2.3.1 POTÈNCIA INSTAL·LADA.....	25
2.3.2 POTÈNCIA SIMULTÀNIA	26
2.3.3 SUBMINISTRAMENT COMPLEMENTARI	27
2.4. JUSTIFICACIÓ DEL CàLCUL DE LÍNIES	33
2.5. INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ.....	36
2.5.1 LOCAL PER A CENTRE DE TRANSFORMACIÓ	36
2.5.2 RÈGIM DE NEUTRE	37
2.5.3 ESCOMESA	37
2.5.4 CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA (C.P.M).....	38
2.5.5 CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ (C.G.P.).....	39
2.5.6 EQUIP DE MESURA I COMPTATGE	40
2.5.7 DERIVACIÓ INDIVIDUAL	41
2.5.8 INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ.....	43
2.6. INSTAL·LACIÓ INTERIOR	45

2.6.1 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	45
2.6.2 SUBDIVISIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.....	45
2.6.3 EQUILIBRAT DE CÀRREGUES	46
2.6.4 TUBS I CANALS PROTECTORES	47
2.6.5 CONDUCTORS	50
2.6.6 PROTECCIONS	54
2.7. INSTAL·LACIÓ DE POSADA A TERRA.....	56
2.7.1 JUSTIFICACIÓ DEL CàLCUL DE LA POSADA A TERRA	56
2.8. BATERIA DE CONDENSADORS.....	57
2.9. RECÀRREGA VEHICLE ELÈCTRIC.....	59
3. MEMÒRIA D'IL·LUMINACIÓ	62
3.1. NORMES I REFERÈNCIES.....	62
3.2. INSTAL·LACIÓ DE IL·LUMINACIÓ	62
3.2.1 LLUMINÀRIES INSTAL·LADES.....	63
3.2.2 NIVELLS LUMÍNICS	66
3.2.3 CàLCUL DEL NIVELL LUMÍNIC.....	67
3.2.4 CONTROL DE LA IL·LUMINACIÓ.....	69
3.2.5 IL·LUMINACIÓ D'EMERGÈNCIA	70
3.3. VALOR D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LA INSTAL·LACIÓ (VEEI)	73
4. IMPACTE AMBIENTAL	76
BIBLIOGRAFIA.....	77

1. INTRODUCCIÓ

1.1. OBJECTE

L'objecte d'aquest projecte es dissenyar la instal·lació elèctrica d'un recinte de nova construcció dedicat el sector terciari, més concretament una residència d'estudiants.

Per tal de realitzar el projecte es tindran en compte criteris tècnics mediambientals i econòmics, es buscarà un equilibri entre aquets tres factors sempre seguint la normativa vigent.

La Residència d'estudiants consta de planta soterrani més quatre plantes i planta coberta, la superfície construïda per planta serà de 1.098 m² en la planta soterrani i de 998 m² en les plantes sobre rasant.

1.2. CONTINGUT DEL PROJECTE

El present projecte es compon de les següents parts:

- Memòria descriptiva: Document on es defineix el conjunt de la instal·lació i s'explica el funcionament d'aquesta.
- Full de càlcul: Eina per definir el cablejat, el conjunt de proteccions i la resta d'elements de la instal·lació seguint els criteris de la normativa vigent.
- Estudi lumínic: A partir del programa Dialux es realitzar l'estudi lumínic de la instal·lació per tal de garantir la correcta il·luminació i el compliment de la normativa vigent.
- Plànols: Als plànols s'indica la ubicació de tots els elements de la instal·lació així com també la numeració de la línia a la qual pertany cada element. També s'inclouen esquemes unifilars detallats de la instal·lació.
- Pressupost: Valoració econòmica del conjunt de la instal·lació tenint en compte els costos de mà d'obra inclosos a cada una de les partides. Els costos del tècnic projectista es valoraran com a una partida de material.

1.3. DESCRIPCIÓ DE L'EMPLAÇAMENT

L'edifici estarà situat a la ciutat de Lleida, més concretament en el solar situat entre els carrers de Sant Martí, carrer Bonaire, carrer Camp de Mart i carrer de Onofre Cervelló.

A les coordenades geogràfiques 41°37'07,2 Nord 0°37'19,9" Est.

L'accés principal a la Residència serà per el carrer Camp de Mart i l'accés a l'aparcament serà per el carrer Sant Martí

S'haurà de concretar amb l'ajuntament de Lleida la direcció exacta, s'estima que serà Carrer camp de Mart, 33, 25004 Lleida.



Figura 1: Ubicació de l'edifici 3D

Font: Google Maps



Figura 2: Ubicació de l'edifici 2D

Font: http://sig.gencat.cat/visors/VISOR_ACA.html

1.4. SUPERFÍCIES

A taula 1, taula 2, taula 3, taula 4 i taula 5 es detallen les estances que hi ha a cada una de les plantes i la superfície útil d'aquestes.

PLANTA SOTERRANI:

Taula 1: Superfícies de la planta soterrani.

DENOMINACIÓ		SUP. ÚTIL m²
GARATGE	GARATGE	474,07
	RAMPA	40,41
ZONES COMUNS	PAS ESCALA	2,19
	ESCALA APARCAMENT	5,46
	VESTIBUL PREVI	2,89
	PASSADÍS	43,85
	PAS VESTUARIS	5,85
	VESTUARI HOMES	10,3
	VESTUARI DONES	10,55
	VESTUARI ACCESIBLE	5,76
	BUGADERIA	20,15
	ZONA ASCENSOR	6,9
	PAS ESCALA	3,54
	ESCALA	6,72
	BANYS HOMES	15,3
	BANYS DONES	14,67

	SALA POLIVALENT 1	71,75
	SALA D'ESTUDI	71,74
	SALA D'ESTUDI 1	12,01
	SALA D'ESTUDI 2	19,16
ZONES PRIVATIVES	VESTIBUL PREVI 1	2,64
	DISTRIBUÏDOR	12,96
	CAMBRA DE RESIDUS	6,59
	CAMBRA FRIGORIFICA	10,14
	DESPENSA 1	5,57
	DESPENSA 2	15,39
	ABOCADOR	2,25
	QUADRES RACK	2,94
	CAMBRA ROBA BRUTA	6,4
	CAMBRA ROBA BLANCA	8,48
	TRASTER	8,56
	MAGATZEM	13,18
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL INTERIOR	938,37

PLANTA BAIXA:

Taula 2: Superfícies de la planta baixa.

DENOMINACIÓ		SUP. ÚTIL m²
HABITACIONS	HABITACIÓ 01	17,79
	PATI 01	9,42
	HABITACIÓ 02	17,79
	PATI 02	9,42
	HABITACIÓ 03	17,79
	PATI 03	15,48
	HABITACIÓ 04	17,01
	PATI 04	18,01
	HABITACIÓ 05	19,48
	PATI 05	11,72
	HABITACIÓ 06	19,48
	PATI 06	9,01
	HABITACIÓ 07	17,89
	HABITACIÓ 08	17,89
	HABITACIÓ 09	17,89
	HABITACIÓ 10	17,89
	HABITACIÓ 11	17,89
	HABITACIÓ 12	17,89
	HABITACIÓ 13	17,89

	HABITACIÓ 14	17,89
	HABITACIÓ 15	17,89
	HABITACIÓ 16	17,89
	HABITACIÓ 17	17,89
ZONES PRIVATIVES	OFFICE	8,3
	ABOCADOR	2,76
	QUADRES RACK	4,37
	RECEPCIÓ	18,11
	BAR	13,07
	SELF SERVICE	17,39
	SHOW COOKING	7,61
	CUINA	26,58
	VESTIBUL PREVI	5,4
	ZONA PAS	2,63
	ÀREA COMPANYIES	7,5
	CAMBRA ACUMULADORS	20,9
ZONES COMUNS	ESCALA PROTEGIDA	8,05
	NUCLI ESC. PROTEGIDA	6,8
	ESCALA PROTEGIDA 1	12,23
	NUCLI ESC. PROTEGIDA 1	10,32

	PASSADÍS	70,37
	PAS EVACUACIÓ	7,14
	VESTÍBUL DE RECEPCIÓ	15,8
	ZONA LIVING	53,17
	ZONA DE MENJADOR	122,98
	PAS BANYS	3,37
	BANYS HOMES	6,39
	BANYS DONES	6,77
	BANY ACCESSIBLE	4,58
	RAMPA GARATGE	37,77
	BANY	3,55
ZONES COMUNS EXTERIORS	PORXO ACCÉS	7,5
	PORXO	15,28
	PORXO EVACUACIÓ	2,38
	PATI COMUNITARI	46,39
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL EXTERIOR	144,61
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL INTERIOR	813,65

PLANTA PRIMERA I SEGONA:

Taula 3: Superfícies de la planta primera i segona

DENOMINACIÓ		SUP. ÚTIL m²
HABITACIONS	HABITACIÓ 01	17,89
	HABITACIÓ 02	17,89
	HABITACIÓ 03	17,89
	HABITACIÓ 04	17,89
	HABITACIÓ 05	17,89
	HABITACIÓ 06	17,89
	HABITACIÓ 07	17,89
	HABITACIÓ 08	17,89
	HABITACIÓ 09	17,89
	HABITACIÓ 10	17,89
	HABITACIÓ 11	17,89
	HABITACIÓ 12	17,89
	HABITACIÓ 13	17,89
	HABITACIÓ 14	17,89
	HABITACIÓ 15	17,89
	HABITACIÓ 16	17,89
	HABITACIÓ 17	17,89
	HABITACIÓ 18	17,89

	HABITACIÓ 19	17,89
	HABITACIÓ 20	17,89
	HABITACIÓ 21	17,89
	HABITACIÓ 22	17,89
	HABITACIÓ 23	17,89
	HABITACIÓ 24	17,89
	HABITACIÓ 25	17,89
	HABITACIÓ 26	17,89
	HABITACIÓ 27	17,89
	HABITACIÓ 28	17,89
	HABITACIÓ 29	17,89
	HABITACIÓ 30	15,4
	HABITACIÓ 31	15,66
	HABITACIÓ 32	16,41
	HABITACIÓ 33	17,46
	HABITACIÓ 34	17,09
	HABITACIÓ 35	18,02
	HABITACIÓ 36	25,17
ZONES PRIVATIVES	OFFICE	8,3
	ABOCADOR	1,89
ZONES COMUNS	ESCALA PROTEGIDA	9,55

	NUCLI ESC. PROTEGIDA	5,79
	ESCALA PROTEGIDA 1	10,6
	NUCLI ESC. PROTEGIDA 1	13,6
	PASSADÍS	104,63
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL INTERIOR	798,38

PLANTA TERCERA:

Taula 4: Superfícies de la planta tercera

DENOMINACIÓ		SUP. ÚTIL m²
HABITACIONS	HABITACIÓ 01	17,89
	HABITACIÓ 02	17,89
	HABITACIÓ 03	17,89
	HABITACIÓ 04	17,89
	HABITACIÓ 05	17,89
	HABITACIÓ 06	17,89
	HABITACIÓ 07	17,89
	HABITACIÓ 08	17,89
	HABITACIÓ 09	17,01
	HABITACIÓ 10	14,95
	HABITACIÓ 11	14,95
	HABITACIÓ 12	15,57

	TERRASSA HAB. 12	11,61
	HABITACIÓ 13	15,57
	TERRASSA HAB. 13	11,61
	HABITACIÓ 14	15,57
	TERRASSA HAB. 14	11,61
	HABITACIÓ 15	15,57
	TERRASSA HAB. 15	11,61
	HABITACIÓ 16	15,57
	TERRASSA HAB. 16	11,61
	HABITACIÓ 17	15,57
	TERRASSA HAB. 17	11,61
	HABITACIÓ 18	15,57
	TERRASSA HAB. 18	11,61
	HABITACIÓ 19	15,57
	TERRASSA HAB. 19	11,61
	HABITACIÓ 20	15,57
	TERRASSA HAB.20	11,61
	HABITACIÓ 21	15,57
	TERRASSA HAB.21	11,61
	HABITACIÓ 22	15,57
	TERRASSA HAB.22	11,61

	HABITACIÓ 23	14,6
	TERRASSA HAB.23	17,77
	HABITACIÓ 24	16,61
	TERRASSA HAB.24	16,76
	HABITACIÓ 25	15,27
	TERRASSA HAB.25	5,82
	HABITACIÓ 26	16,95
	TERRASSA HAB.26	5,82
	HABITACIÓ 27	18,86
	TERRASSA HAB. 27	4,37
ZONES PRIVATIVES	OFFICE	8,3
	ABOCADOR	1,89
ZONES COMUNS	ESCALA PROTEGIDA	9,55
	NUCLI ESC. PROTEGIDA	5,79
	ESCALA PROTEGIDA 1	10,6
	NUCLI ESC. PROTEGIDA 1	13,6
	PASSADÍS	94,77
	TERRASSA	31,83
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL INTERIOR	588,09
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL EXTERIOR	210,08

PLANTA COBERTA:

Taula 5: Superfícies de la planta coberta

DENOMINACIÓ		SUP. ÚTIL m²
ZONES COMUNS	NUCLI ESC. PROTEGIDA	4,87
	NUCLI ESC. PROTEGIDA 1	13,88
	TERRASSA COMU	431,8
ZONA PRIVATIVA	TERRASSA INSTAL·LACIONS 1	56,43
	TERRASSA INSTAL·LACIONS 2	17,3
	TERRASSA INSTAL·LACIONS 3	42,3
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL INTERIOR	18,75
	SUPERFÍCIE ÚTIL TOTAL EXTERIOR	547,83

2. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

2.1. NORMATIVA APLICABLE

La normativa i reglamentació adoptada per la elaboració del present projecte ha estat :

- Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT 2002) publicat en el BOE 18/11/02.
- Instruccions tècniques complementaries (ITC) del REBT 2002 publicades en el suplement del BOE núm. 224 del 18/11/02.
- Normes UNE referenciades en el REBT 2002.
- Normes de les companyies subministradores.
- Recomanacions de les entitats d'inspecció i control.
- Reglament de seguretat, salut i higiene en el treball.

2.2. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

Segons el decret 363/2004, de 24 d'agost, de la Generalitat de Catalunya, la instal·lació està classificada dins del grup 'i'. Aquestes són les que "Instal·lacions en locals de pública concurrència". Per tant requereix de projecte tècnic. Requereix inspecció inicial per la posada en marxa de la instal·lació. Requereix, també, inspecció periòdica cada cinc anys.

2.3. PREVISIÓ DE CÀRREGUES

Es segueixen les prescripcions mínimes de la ITC-BT-10 del REBT en quan a previsió de càrregues, així com les prescripcions dels criteris de la Generalitat de Catalunya.

Es realitza un estudi detallat de les càrregues connectades quadre general i als diferents quadres secundaris, es tindran en compte les línies de il·luminació, les línies de força i tota la maquinària.

En l'annex C de càlculs es pot veure en detall totes les càrregues distribuïdes per quadres.

A la taula 6 es descriu tota la maquinària instal·lada per tal de facilitar la comprensió dels plànols i de les taules de càlculs.

Taula 6: Llistat maquinària.

Abreviatura:	Nom:	Potència [W]	Monofàsic/Trifàsic
UIX	Unitats interiors	200	M
PROJX	Projector	1300	M
RVE	Punt de recàrrega vehicle elèctric	3680	M
CFR	Càmera frigorífica	4500	T
PA	Porta automàtica	1300	M
EXTX	Ventilador extracció	2200	T
IMP	Ventilador impulsió	2200	T
SPE	Sobrepresió escala	1100	T
SPV	Sobrepresió vestíbul	750	M
PBP / PBR	Pou bombeig	750	T
VPE	Videoporter electrònic	500	M
CCAAX	Control accessos	250	M
ASCX	Ascensor	7000	T
REN	Rentadora	900	M
SEC	Assecadora	900	M
MTC	Montacàrregues	3500	T
PCI/CO	Centraleta PCI/CO	500	M

UTA1-IX	UTA habitacions (Imp)	3000	T
UTA1-E	UTA habitacions (Extr)	5500	T
UTAX-R	Intercamb. Calor rotatiu	85	M
UTA2-I	UTA sales estudi (Imp)	3500	T
UTA2-E	UTA sales estudi (Extr)	3600	T
UTA3-I	UTA menjador (Imp)	1350	T
UTA3-E	UTA menjador (Extr)	1350	T
UEX	Unitat exterior ARUM140LTE5	9600	T
UEX	Unitat exterior ARUM200LTE5	14820	T
UEX	Unitat exterior ARUM120LTE5	8510	T
UEX	Unitat exterior ARUM100LTE5	6100	T
CTLX	Control	1000	M
RC	Recuperador de calor	400	M
BPS	Bomba primari solar	800	T
BSSX	Bomba secundari solar	620	T
BPH	Bomba primari hidrokyts	700	T
BSH	Bomba secundari hidrokyts	700	T

BRACS	Bomba recirculació ACS	50	T
ADIS	Aerodissipador	180	M
DES	Descalçificador	400	M
TR	Sota taulell refrigeració	414	M
AC	Armari congelació	1380	M
RE	Rentaplats de capota	6600	M
BRMC	Boteller + molinets	250	M
RG	Rentagots	3060	T
INTRU	Centraleta Intrusisme	500	M
MCA	Moble cafeter + cafetera	3000	T
CE	Campana extracció	2500	T
FM	Forn mixt rational	300	M
HKTIX	Hidrokyt ARNH08GK3A2	5000	M
VENX	Ventilació habitacions	125	M

Nota: X Indica que hi haurà més de un receptor igual, s'observa la numeració en plànols i càlculs.

2.3.1 POTÈNCIA INSTAL·LADA

Per al càlcul de la potència instal·lada es tindrà en compte totes les càrregues instal·lades, il·luminació força i maquinària a plena càrrega,

La potència consumida a plena càrrega per a cada un dels aparells s'obté després d'aplicar factors de utilització en funció de cada aparell a partir de la següent fórmula:

$$P_c = \frac{P_n \cdot f_u}{\cos(\varphi)} \quad (\text{Eq. 1})$$

On:

P_c = Potència consumida.

P_n = Potència nominal.

f_u = factor de utilització.

$\cos(\varphi)$ = Factor de potència.

En la taula 7 es mostra el resum de la potència instal·lada desglossada per conceptes:

Taula 7: Potència instal·lada total

Potències Instal·lades [W]	
Il·luminació	3153
Endolls N	59616
Endolls SAI	6992
Maquinària	581621
Total	651201

2.3.2 POTÈNCIA SIMULTÀNIA

Com a potència simultània s'entén com el resultat d'aplicar coeficients de simultaneïtat a la potència instal·lada.

Aquets coeficients de simultaneïtat s'obtenen a partir de la estimació del funcionament de les càrregues al mateix temps en cada un dels quadres.

Finalment es fa una mitja d'aquets i s'aplica a la potència instal·lada, en aquest projecte els coeficients de simultaneïtat emprats apareixen a la taula 8:

Taula 8: *Coeficients de simultaneïtat.*

Coeficient de Simultaneïtat	
Il·luminació	0,85
Endolls N	0,3
Endolls SAI	0,9
Maquinària	0,4

Un cop aplicat els coeficients s'obtenen les següents potències que mostra la taula 9:

Taula 9: *Potència simultània total.*

Potències Simultànies[W]	
Il·luminació	2680
Endolls N	17855
Endolls SAI	6293
Maquinària	232648
Total	259352

La potència simultània estimada serà de 259,35 kW per tan es decidirà contractar una potència normalitzada de **277 kW** en modalitat trifàsica 230/400 V.

2.3.3 SUBMINISTRAMENT COMPLEMENTARI

S'instal·larà un grup electrogen per a garantir el subministrament elèctric en cas de fallada. Un commutador amb un contacte normalment obert es tancarà quan hi hagi un fallo a la xarxa i subministrarà corrent des de el grup electrogen a les línies prioritàries.

Les línies prioritàries a grans trets seran les de enllumenat, enllumenat d'emergència, ventilacions i sobrepressions, càmera frigorífica, porta automàtica, centraleta de detecció, centraleta anti intrusisme, control d'accessos, preses de corrent administració i pous de bombeig d'aigües fecals i pluvials.

Als esquemes unifilars es pot veure quines línies s'han escollit com a prioritàries.

A la taula 10 apareix el resum de potències previstes a instal·lar per a les línies prioritàries.

Taula 10: Potència instal·lada total línies prioritàries.

Potències Instal·lades [W]	
Il·luminació	2764
Endolls N	3312
Endolls SAI	6992
Maquinària	17695
Total	30762

Taula 11: Coeficients de simultaneïtat línies prioritàries.

Coeficient de Simultaneïtat	
Il·luminació	0,9
Endolls N	0,85
Endolls SAI	0,9
Maquinària	0,9

Taula 12: Potència simultània línies prioritàries.

Potències Simultànies[W]	
Il·luminació	2487
Endolls N	2815
Endolls SAI	6293
Maquinària	15925
Total	27521

Les línies prioritàries tindran una previsió de potencia simultània de 27521 kW

Per normativa en el punt 2.3 de la ITC-BT-28 ens indica que hauran de disposar de subministrament complementari de socors ($P > 15\%P_{contractada}$) els locals de espectacles i activitats recreatives sigui quina sigui la seva ocupació i els locals de reunió, treball i usos sanitaris amb una ocupació prevista de més de 300 persones.

En el nostre cas la ocupació prevista calculada com a una persona per a cada 0,8 m² es superior a 300 persones.

Tot i que no queda clar si una residència d'estudiants, considerat local de pública concurrència, també es considera com un local de reunió i treball. Es decideix regir-se a aquesta normativa i per tant s'haurà de de preveure un subministrament complementari de com a mínim 41,55 kW.

$$Potència_{subministrament complementari} \geq 15\% Potència_{contractada} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$Potència_{submisntrament complementari} \geq 0,15 \cdot 277 \geq 41,55 \text{ kW} \quad (\text{Eq. 3})$$

Amb aquesta potència es podrà alimentar de sobres la previsió realitzada per a les línies prioritàries.

Grup electrogen

S'instal·larà el model GSW 65I insonoritzat de la marca Pramac, aquest disposarà de quadre de control i quadre de commutació automàtica incorporats.

S'ubicarà a la coberta de l'edifici amb la resta de maquinaria, la ubicació exacta es pot veure en plànol EL06 de coberta en l'annex A de plànols.



Figura 3: Grup electrogen.

Font: Pramac.

En la figura 4 extreta del catàleg de grups electrògens de Pramac apareixen les característiques del grup electrogen escollit

MODELO DE GRUPO ELECTRÓGENO		GSW65I	
FASE			
POTENCIA TRIFÁSICA		kW	kVA
POTENCIA EN EMERGENCIA (LTP)		53,1	66,4
POTENCIA EN CONTÍNUO (PRP)		48,2	60,2
ESPECIFICACIONES DE CORRIENTE			
TENSIÓN	Voltio	400	
FRECUENCIA	Hz	50	
FACTOR DE POTENCIA	cos Φ	0,8	
MOTOR			
MARCA		FPT	
MODELO		NEF45SM1A	
COMBUSTIBLE		Diésel	
CILINDRADA	cc	4500	
VELOCIDAD	rpm	1500	
CILINDROS		4 en línea	
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN		Agua	
SISTEMA DE ARRANQUE		Eléctrico	
CIRCUITO ELÉCTRICO	Voltio	12	
ASPIRACIÓN		Sobrealimentada con intercooler	
REGULADOR DE VELOCIDAD		Mecánico	
CUMPLIMIENTO DE FASE DE EMISIÓN UE		Stage II	
POTENCIA EN EMERGENCIA (LTP)	kW	60,0	
POTENCIA EN CONTÍNUO (PRP)	kW	54,5	
ALTERNADOR			
TIPO		Sin escobillas	
POLOS		4	
SISTEMA DE REGULACIÓN DE TENSIÓN		Electrónico	
PROTECTOR DE ALTERNADOR	IP	21	
CONSUMO			
CONSUMO DE COMBUSTIBLE al 75 / 100 % de carga	L/h	10,25 / 13,68	
VERSIÓN		ABIERTO	INSONORIZADO
EMISIÓN SONORA			
NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA a 7 m	db(A)	*	66
NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA GARANTIZADO	LWA db(A)	*	95
DIMENSIONES Y PESO			
LONGITUD	mm	2200	2400
ANCHURA	mm	1000	1000
ALTURA	mm	1743	1530
PESO (EN SECO)	kg	1123	1440
MATERIAL DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE		Metal	Plástico
CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	L	240	209
AUTONOMÍA al 75 % de carga	h	23,41	20,39

Figura 4: Característiques del grup electrogen.

Font: Fixa tècnica grup electrogen marca Pramac

Posta a terra

S'instal·larà una posta a terra per al grup electrogen neutre del grup electrogen independent a la posta a terra general de l'habitatge. El procés de càlcul seguit es el mateix que per a la posta a terra general de l'habitatge i es troba descrit en el punt 2.8 del present projecte.

Aquesta posta a terra estarà formada per 30 metres de cable nu de coure de 35 mm² que uniran el grup electrogen a una piqueta de 2,5 m de longitud enterrada 0,5 m a la planta soterrani.

S'obindrà un valor de posta a terra de 25 ohms.

Es considerarà independent la xarxa de posta a terra del grup electrogen respecta a la xarxa general sempre que quan una de les preses a terra no arribi, respecte a un punt d'equipotencialitat zero, una tensió superior a 50 V quan per l'altre circuli la màxima corrent de defecte a terra prevista.

Es comprova que es compleix amb les exigències de la ITC-BT-19

$$Vd = Id \cdot Rt \quad (\text{Eq. 4})$$

$$Vd = 0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ V} < 50 \text{ V} \quad (\text{Eq. 5})$$

On:

Vd = Tensió de defecte a terra

Id = Intensitat de defecte (Sensibilitat del interruptor diferencial)

Rt = Resistència a terra.

Sistema de alimentació ininterrompuda

S'instal·larà un sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI) en algunes línies on es vol garantir que si hi hagués algun problema de commutació entra la xarxa i el grup electrogen en cas de fallada mai es quedin ni un segon sense alimentació.

El SAI estarà situat a la recepció de la residència, les línies que s'alimentaran des de el SAI seran les centraletes de protecció contra incendis, anti intrusisme i control d'accessos. També s'alimentarà els endolls de la recepció on si connectaran els equips informàtics.

El SAI escollit serà el model KEOR-S 10KVA de la marca LEGRAND. Tindrà potencia activa de 9 kW, amb un temps d'autonomia de 10 minuts. El temps d'autonomia es podria augmentar amb la implementació de un armari de bateries de la mateixa marca LEGRAND tot i que no es considera necessari.

A la figura 5 apareixen les característiques del SAI escollit:

Modelo.	KEOR S 3kVA		KEOR S 6kVA	KEOR S 10kVA
Características generales				
Potencia nominal [VA]	3000		6000	10000
Potencia activa [W]	2400		5400	9000
Tecnología	En línea doble conversión VFI-SS-111			
Forma de onda	Sinusoidal			
Arquitectura	SAI convencional			
Entrada				
Tensión de entrada	220V-230V-240V			
Frecuencia de entrada	45-55	45-65		
Rango de la tensión de entrada	160V-288V	180V-280V		
THD de corriente de entrada	6 %			
Factor de potencia de entrada	> 0,99			
Salida				
Tensión de salida	220V/230V/240V			
Frecuencia de salida (nominal)	50/0 Hz Ajustable en el panel frontal +/- 0,05 %			
Factor de cresta	3:1			
THD de tensión de salida	< 1,5 % con carga lineal < 3 % con carga no lineal			
Sobrecarga admitida	10 segundos a 125 % - 150 % 30 segundos a 106 % - 120 %	120 segundos a 100 % - 120 % 30 segundos a 121 % - 150 %		
Eficiencia en modo Eco	98%			
Interruptor	Interruptor automático e interruptor de mantenimiento manual			
Baterías				
Expansión de autonomía	Sí			
Tipo de batería	VRLA - AGM			
Comunicación y gestión				
Pantalla LCD	Disponible			
Puertos de comunicación	1 puerto serie RS232, modbus y SNMP opcional			
Gestión remota	Disponible			
Dimensiones				
Dimensiones Al x An. x Prf (mm)	716 x 275 x 776			
Dimensiones del armario para baterías Al x An x Prf (mm)	716 x 275 x 776			
Condiciones ambientales				
Temperatura de funcionamiento (°C)	0÷40			
Humedad relativa (%)	20÷80 sin condensación			
Índice de protección	IP31			
Nivel de ruido a 1 m (dBA)	< 50			
Normas				
Normas de referencia	EN 62040-1, EN 62040-2, EN 62040-3			

Figura 5: Característiques SAI Keor S.

Font: fitxa tècnica SAI Kero S Legrand.

2.4. JUSTIFICACIÓ DEL CàLCUL DE LÍNIES

En aquest apartat es justificarà el procediment utilitzat per al càlcul de línies de la instal·lació d'enllaç i la instal·lació interior.

Per tal de realitzar el càlcul de línies s'ha utilitzat un full de càlcul Excel que funciona a partir de les fórmules i la normativa descrites en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

A continuació es descriu pas per pas el procediment de càlcul:

- 1) En primer lloc es determina la potència de càlcul per a cada una de les línies multiplicant la potència nominal per un factor de càlcul per tal de dimensionar amb seguretat la secció del cablejat.

$$Potència\ de\ càlcul = Potència\ nominal \cdot factor\ de\ càlcul \quad (Eq. 6)$$

Es tindrà en compte un factor de càlcul de 1,2 per a les làmpades LED i un factor de 1,25 per a la maquinaria.

- 2) A partir de la Potència de càlcul es calcula la intensitat de càlcul per a cada una de les línies en funció de si son càrregues monofàsiques o trifàsiques.

Per a càrregues monofàsiques:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos(\varphi)} \quad (Eq. 7)$$

On:

I_c = Intensitat de càlcul [A].

P_c = Potència de càlcul [W].

V = Tensió simple 230 [V]

$\cos(\varphi)$ = Factor de potència.

Per a càrregues trifàsiques:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)} \quad (Eq. 8)$$

On:

I_c = Intensitat de càlcul [A].

P_c = Potència de càlcul [W].

V = Tensió entre fases 400 [V].

$\cos(\varphi)$ = Factor de potència.

- 3) A partir del criteri de la màxima secció admissible en cada tram, es calcula la secció mínima en cada tram.

Per a càrregues monofàsiques:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_c \cdot \rho_{TC}}{e \cdot V} \quad (Eq. 9)$$

Per a càrregues trifàsiques:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot \rho_{TC}}{e \cdot V} \quad (\text{Eq. 10})$$

On:

S = Secció mínima [mm^2].

L = Longitud del tram [m].

ρ_{TC} = Resistivitat del conductor [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]

I_c = Intensitat de càlcul [A].

V = Tensió del tram 230/400 [V].

e = Caiguda de tensió màxima admissible en cada tram [per unitat]

- 4) Un cop s'obté la secció mínima per caiguda de tensió s'agafa la secció normalitzada següent a aquesta secció mínima. Per exemple si s'obté secció de 2,17 mm^2 s'agafarà una secció de 2,5 mm^2 .
- 5) Es procedeix a comprovar que la secció escollida també compleixi el criteri de la màxima intensitat admesa. Descrit en la taula *C-52-1 bis – UNE HD 60.364-5-52 de la ITC-BT-19 del REBT*. Per tal de determinar la intensitat màxima admesa s'ha de determinar el material del recobriments, en el nostre cas PVC. Determinar si es monofàsic o trifàsic i el tipus de instal·lació, el diferents tipus de instal·lació (A,A2,B,B2,C,E,S) es poden trobar descrits en l'annex C de càlculs.
- 6) Si intensitat de càlcul es inferior a la intensitat màxima admissible es dona la secció com a correcta. En cas contrari s'augmenta la secció fins que la intensitat màxima admissible sigui superior a la intensitat de càlcul.
- 7) Un cop s'ha escollit la secció pels criteris descrits anteriorment es calcula la caiguda de tensió amb aquesta secció.

Per càrregues monofàsiques:

$$e \% = \frac{2 \cdot L \cdot I_c \cdot \rho_{TC}}{V \cdot S} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 11})$$

Per a càrregues trifàsiques:

$$e \% = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot \rho_{TC}}{V \cdot S} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 12})$$

On:

S = Secció escollida en cada tram [mm^2].

L = Longitud del tram [m].

ρ_{TC} = Resistivitat del conductor [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]

I_c = Intensitat de càlcul [A].

V = Tensió del tram 230/400 [V].

$e \%$ = Caiguda de tensió en cada tram [%]

- 8) Finalment s'observa com la caiguda de tensió en cada tram es inferior a la caiguda de tensió màxima admesa en cada tram.

2.5. INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ

2.5.1 LOCAL PER A CENTRE DE TRANSFORMACIÓ.

La potència contractada per la instal·lació serà superior a 100 kW, per tant tal com s'indica en el *Real decret 222/2008* s'ha previst disposar de l'espai necessari per a la instal·lació de un centre de transformació per al subministrament normal.

L'espai reservat estarà situat a la planta baixa amb fàcil accés des del carrer.

La instal·lació d'aquest serà responsabilitat de la empresa subministradora i per tan no serà objecte d'estudi en aquest projecte.

2.5.2 RÈGIM DE NEUTRE

S'utilitzarà el règim de neutre TT descrit en la *ITC-BT-08 del REBT*.

El funcionament es basa en connectar el neutre l'alimentació directament a terra, totes les masses de la instal·lació receptora també hauran d'estar connectades a terra.

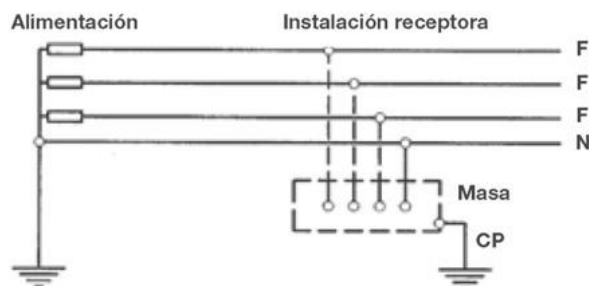


Figura 6: Esquema TT

Font: Figura 4 de la *ITC-BT-08 del REBT*.

2.5.3 ESCOMESA

L'escomesa és la part de la xarxa de distribució que alimenta la caixa general de protecció, C.G.P.

Aquesta a de complir les prescripcions indicades en la *ITC-BT-11 del REBT* la propietat i la responsabilitat d'aquesta és de la companyia subministradora.

En aquest cas la instal·lació serà subterrània complint les prescripcions de la *ITC-BT-07 del REBT*.

Les distàncies mínimes de separació amb altres conduccions i canalitzacions seran les marcades en el punt 2.2.2 de la *ITC-BT-07 del REBT*, sense perjudici del que pugui establir la normativa d'una conducció en particular. Aquestes es resumeixen en 10cm de separació per a altres cables de B.T. i de 25cm per a cables d' A.T. . Es deixarà una separació mínima de 20cm amb els cables de telecomunicació. Les conduccions d'aigua no circularan mai en la vertical del cable elèctric i la seva separació mínima serà de 20cm. Les canalitzacions de gas tindran una separació mínima de 20cm per a baixa pressió i de 40cm per a alta pressió ($P > 4\text{bar}$).

Els cables i conductors de l'escomesa seran de coure o alumini, segons estableixi la companyia subministradora, i compliran l'especificat en la *ITC-BT-07*.

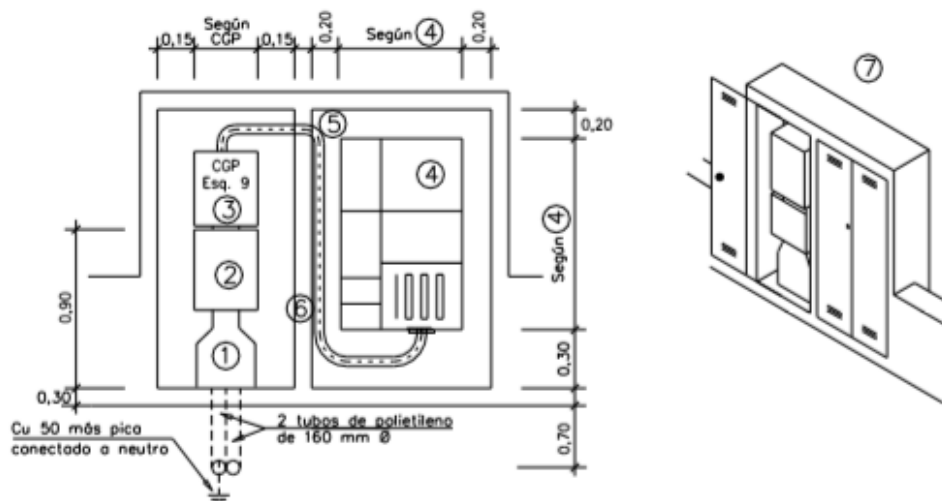
2.5.4 CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA (C.P.M)

La caixa de protecció i mesura (C.P.M) estarà formada per la caixa general de protecció i per el equip de mesura. Es possible englobar aquets dos elements en una sola caixa ja que es tracta de un subministrament únic.

La C.P.M estarà formada de les següents unitats:

- C.G.P.
- Transformadors de mesura
- Unitat de comprovació
- Unitat de mesura
- Interruptor de protecció i intensitat regulable
- Unitat de dispositiu de sortida
- Unitat de protecció

A la figura 7 es mostra l'esquema de la distribució i ubicació d'una C.P.M tipus.



- 1 Canal protectora. (Especificación Técnica: 6703826)
- 2 Caja de seccionamiento. Ver DC-3.18
- 3 Caja general de protección (esquema 9). Ver DC-3.16
- 4 Conjunto de protección y medida TMF1 ó TMF10. Ver DC-3.24
- 5 Tubo aislante rígido para protección conductores
- 6 Separación de seguridad entre armarios
- 7 Armarios con puertas preferentemente metálicas. Ver características en DC-3.28

Figura 7: Esquema de distribució i ubicació CPM.

Font: Guia Vademecum Endesa.

Per al compliment de la normativa, s'haurà d'aplicar les normes *UNE-EN 60439-1* per a la caixa.

Haurà de tenir un grau de inflamabilitat segons indica la *UNE-EN 60239-3*. Un grau de protecció mínim IP 43 segons *UNE 20324*, IK 09 segons *UNE-EN 50102* i haurà de ser precintable.

A taula 13 apareix un resum on es mostra les característiques principals de la C.P.M i els elements que compren. Les dades d'aquesta taula s'han extret de les prescripcions donades en la Guia Vademécum de Fecsa Endesa.

Taula 13: Característiques bàsiques C.P.M. i elements.

Font: Guia Vademecum Endesa

Potència a contractar [kW]		277
Interruptor de control de potència ICP-M	Inominal [A]	400
	Poder de tall [kA]	20
	Tèrmic	400
	Magnètic	5 vegades la intensitat de regulació tèrmica amb un temps d'actuació inferior a 0,02 segons.
Equip de mesura TMF	Tipo	TMF-10
	Comptador [A]	Multifuncio
	Transf. Intensitat [A/A]	500/5
	Cablejat (Cu)	30x6 + 20x5
	Fusibles [A]	630
	Bases (mida)	BUC 3
Caixa general de protecció	Fusibles [A]	630

2.5.5 CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ (C.G.P.)

La caixa general de protecció, també coneguda com a C.G.P. es l'element que conté els dispositius de protecció de la línia general d'alimentació (LGA). En aquest cas al tractar-se de un subministrament únic la C.G.P. estarà dins de la C.P.M. i la seva funció serà protegir la entrada a la instal·lació i al equip de mesura. Per tant en aquesta instal·lació no disposarem de LGA.

Tenint en conte que l'escomesa serà subterrània la C.G.P. s'instal·larà en un nínxol a paret, que es tancarà amb una porta preferentment metàl·lica, amb grau de protecció IK 10 segons *UNE-EN 50102* protegida amb un tancament normalitzat per la empresa subministradora i amb accés des de l'exterior de l'edifici. La part inferior de la porta es trobarà a un mínim de 30 cm del terra.

La ubicació escollida serà el més pròxima possible a la xarxa de distribució pública. Es pot veure la ubicació concreta de la C.G.P. en el plànol EL02 de planta baixa en l'annex A de plànols, esta situada a la part esquerra amb accés des de l'exterior de l'edifici, a l'interior de la C.P.M.

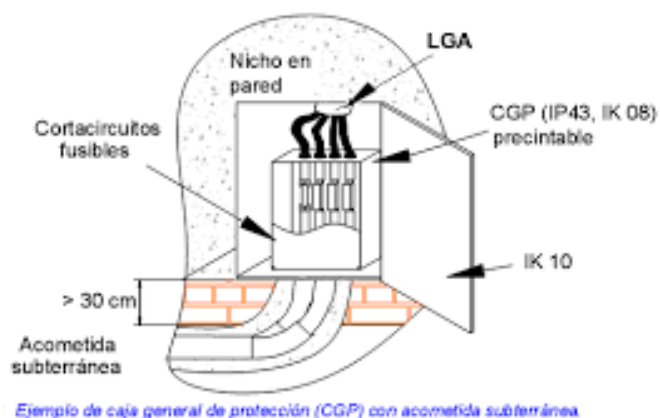


Figura 8: Caixa general de protecció amb escomesa subterrània.

Font: Guia d'aplicació ITC-BT-13 del REBT.

S'ha escollit l'esquema homologat tipus 9, per C.G.P amb alimentació subterrània i uns fusibles de 630 A, ja que el Interruptor general automàtic de la instal·lació serà de 400 A. Per tant podem dir que la configuració de la serà **C.G.P-9-630** complint amb les especificacions de la norma UNE-EN 60439-1, UNE-EN60439-3 i els fusibles i la seva base compliran les especificacions de la UNE-EN 60269 i la UNE-60947-3.

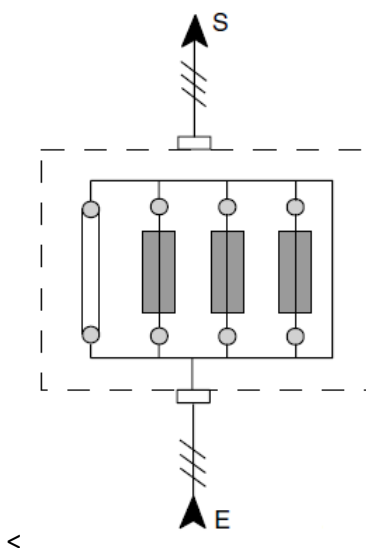


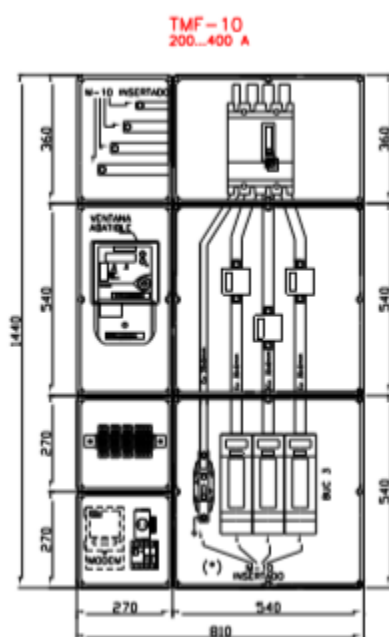
Figura 9: Esquema C.G.P tipus 9.

Font: ITC-BT-13 del REBT

2.5.6 EQUIP DE MESURA I COMPTATGE

L'equip de mesura es el responsable de mesurar l'energia consumida per a l'usuari. Aquest estarà ubicat dins de la caixa de protecció i mesura.

La figura 10 mostra una imatge representativa de l'equip de mesura:



Font: Guia Vademecum Endesa.

La instal·lació de la derivació individual discurrirà per a l'interior de un conducte aïllat de obra de fàbrica amb parets resistents al foc RF-120.

Els conductors a utilitzar en aquest projecte seran de coure i es disposarà de un aïllament de 0,6/1 kV. El cablejat serà no propagador de incendis i amb emissió de fums i opacitat reduïda. Aquets compliran amb les especificacions de la *UNE 21123* i *UNE-211002*.

El cablejat escollit serà del tipus RZ1K-AS amb recobriment de polietilè reticulat (XLPE) complint amb les especificacions esmentades anteriorment. Aquest anirà dins de tub de policlorur de vinil PVC flexible corrugat de 200 mm de diàmetre.

Les dimensions del tub esmentat anteriorment permetrà ampliar en un futur la secció dels conductors instal·lats en un 100 %

SECCIÓ DERIVACIÓ INDIVIDUAL

La caiguda de tensió màxima permesa en aquest tram serà de 1,5% ja que es tracta de un subministrament per a un únic usuari en el que no existeix línia general de alimentació.

El procés de càlcul realitzat es el descrit en el apartat 2.5 d'aquest projecte. A continuació es mostra una taula resum dels resultats obtinguts i la solució escollida.

Taula 14: Característiques derivació individual.

Derivació Individual	
Longitud de càlcul [m]	8
Intensitat de càlcul [A]	400
Mètode de instal·lació	Sota tub
Tipus de conductor	RZ1-K-0,6/1Kv
Secció mínima per caiguda de tensió [mm ²]	16,49
Secció normalitzada per caiguda de tensió [mm ²]	25
Secció mínima per intensitat admissible [mm ²]	240
Intensitat admissible [A]	455
Secció escollida per al neutre del conductor [mm²]	240
Secció escollida per a les fases del conductor [mm²]	240
Caiguda de tensió (%)	0,10
Diàmetre del tub [mm]	200

2.5.8 INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ

La instal·lació d'enllaç es aquella que uneix la caixa general de protecció i mesura amb la instal·lació interior

En aquest cas al tractar-se d'un únic usuari ens trobarem que la caixa general de protecció (C.G.P) i el equip de mesura coincidiran dins d'un mateix equip anomenat caixa general de protecció i mesura (C.P.M).

A diferencia de altres esquemes d'enllaç en aquest cas no existeix línia general de alimentació ja que des de l'escomesa s'alimenta a la C.P.M i aquesta distribueix directament cap a la derivació individual. El fusible de seguretat de la instal·lació serà el de la C.G.P.

L'esquema seguit es mostra a la figura 11.

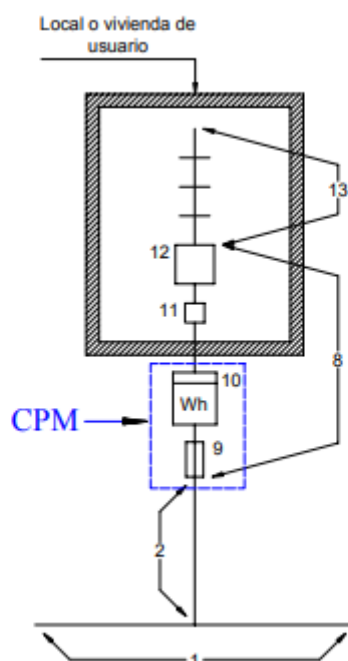


Figura 11: Instal·lació d'enllaç per a un únic usuari.

Font: Esquema 2.1 ITC-BT-12 del REBT.

On:

1 = Red de distribució.

2 = Escomesa

8 = Derivació Individual

9 = Fusible de seguretat (C.G.P)

10 = Equip de mesura i comptatge

11 = Caixa per al interruptor de control de potència

12 = Dispositius generals de protecció

13 = Instal·lació Interior

2.6. INSTAL·LACIÓ INTERIOR

2.6.1 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació interior es considera que comença a partir del quadre general de distribució (Q.G.D). Aquest alimentarà de forma radial el quadres secundaris i des de aquets s'alimentaran als diferents receptors, línies de endolls i línies de il·luminació.

A més cada una de les habitacions disposarà d'un petit quadre secundari que anirà alimentat des de el quadre secundari de la planta corresponent.

Es podran connectar i desconnectar tots els receptors de la instal·lació en càrrega.

La instal·lació complirà totes les especificacions requerides en la norma UNE 240.460-3

2.6.2 SUBDIVISIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

A la taula 15 apareix un resum amb els diferents quadres secundaris, la ubicació i la potència d'aquests.

Taula 15: Resum dels quadres secundaris.

Abreviatura	Nom	Potència Instal·lada [kW]	Potència simultània [kW]	Ubicació	Nº quadres d'habitació alimentats
Q.S.ACS	Aigua calenta sanitària	20,00	18,01	Planta soterrani	-
Q.S.PS	Planta soterrani	37,14	18,77	Planta soterrani	-
Q.S.PK	Pàrquing	23,36	17,98	Planta soterrani	-

Q.S.RVE	Vehicle elèctric	111	33,3	Planta Soterrani	
Q.S.CUINA	Cuina	35,00	23,15	Planta baixa	-
Q.S.0	Planta baixa	42,77	34,6	Planta baixa	17
Q.S.ZC	Zones comuns	13,13	11,07	Planta baixa	-
Q.S.P1	Planta primera	88,41	62,27	Planta primera	36
Q.S.P2	Planta segona	88,41	62,27	Planta segona	36
Q.S.P3	Planta tercera	66,62	47,01	Planta tercera	27
Q.S.CLI	Climatització	114,11	97,00	Planta coberta	-

Per tal d'entendre millor la distribució dels quadres es recomana consultar l'esquema explicatiu que apareix en el plànol EL-10 de l'annex A de plànols.

A l'hora de dissenyar la divisió en diferents quadres secundaris, s'ha tingut en compte en primer lloc la seguretat de la instal·lació, en segon lloc la optimització dels recursos, s'han col·locat els quadres de manera estratègica per tal de reduir al màxim les caigudes de tensió, la secció del cablejat i els metres d'aquest.

La ubicació exacta de cada un dels quadres es pot observar en els plànols de planta.

2.6.3 EQUILIBRAT DE CÀRREGUES

Es distribuïran les diferents càrregues monofàsiques dels quadres de forma uniforme entre les diferents fases per tal de minimitzar el desequilibri entre fases.

2.6.4 TUBS I CANALS PROTECTORES

Els tubs i canals protectores seguiran les característiques especificades en la ITC-BT-21.

La distribució del cablejat encastat es realitzarà amb tub flexible corrugat de PVC, per tal de determinar el diàmetre en funció de la secció del cablejat s'utilitzarà la taula 5 de la ITC-BT-21.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	---
150	50	63	75	---	---
185	50	75	---	---	---
240	63	75	---	---	---

Figura 12: Diàmetre exterior dels tubs flexibles en funció de la secció

Font Taula 5 de la ITC-BT-21 del REBT.

Les característiques mínimes que ha de complir el tub flexible corrugat s'especifiquen a la taula 3 de la ITC-BT-21. En compliment de la normativa UNE- EN 50086-2-1 per a tubs rígids i UNE-EN 50086-2-3 per a tubs flexibles.

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Figura 13: Característiques mínimes dels tubs flexibles

Font: Taula 3 de la ITC-BT-21 del REBT.

La major part de la distribució de la instal·lació es realitzarà amb tub flexible corrugat de PVC encastat, totes les habitacions, i els passadissos.

La distribució del cablejat en tubs fixes de superfície es realitzarà amb tub rígid corrugat de PVC, el diàmetre del tub en funció de la secció del cablejat es determinarà a partir de la taula 2 de la ITC-BT-21.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Figura 14: : Diàmetre exterior dels tubs rígids en funció de la secció

Font: Taula 2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Les característiques mínimes que hauran de complir aquest tubs queden descrites a la taula 1 de la ITC-BT-21.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D > 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Figura 15: Característiques mínimes dels tubs rígids.

Font: Taula 1 de la ITC-BT-21 del REBT.

La distribució amb tub rígid es realitzarà per alimentar la maquinaria de la terrassa, i la distribució per als patis.

Per a la distribució de la zona de l'aparcament i de les sales polivalents i d'estudi situades a la planta soterrani, s'utilitzarà canal protectora. En concret s'ha escollit safata de reixa metàl·lica amb coberta d'acer galvanitzat. Aquesta complirà les especificacions mínimes indicades en la taula 11 de la ITC-BT-21

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Figura 16: Característiques de les canals protectores.

Font: Taula 11 de la ITC-BT-21 del REBT

S'haurà de connectar la safata metàl·lica a terra i assegurar la seva continuïtat. La tapa d'aquestes haurà de ser sempre accessible i s'instal·larà conforme les prescripcions indicades en la UNE 20460-5-52 i les instruccions de la ITC-BT-19 i ITC-BT-20

Els tubs tindran les característiques i diàmetre especificat en la taula 2, per tubs superficials,

2.6.5 CONDUCTORS

Per al dimensionament de la secció del cablejat s'utilitzarà el mètode de càlcul de línies explicat en l'apartat 2.5 del present projecte.

El material escollit per als conductors serà de coure aïllat

La tensió assignada del cablejat no podrà ser inferior a 450/750 V ja que es tracta de un local de pública concurrència. Aquets seran del tipus no propagadors d'incendis i amb emissió reduïda de fums.

A la figura 17 extreta de la ITC-BT-28 es veuen les característiques mínimes exigides per a la instal·lació del cablejat

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligero (2). UNE-EN 50086-2-2	ES07Z1-K (AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 211 002
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Medio, No propagador de la llama. UNE-EN 50085		Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Medio (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Medio, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50085	DZ1-K (AS)	
	Bandejas y bandejas de escalera no propagadoras de la llama	UNE-EN 61537	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
	Cables armados colocados directamente sobre las paredes		RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos clasificados como armados
Canal de obra	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligero (2). UNE-EN 50086-2-2	ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Medio, No propagador de la llama. UNE-EN 50085		
	Bandejas y bandejas de escalera	UNE-EN 61537	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
	cables instalados directamente en su interior			
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Conexión interior de los cuadros eléctricos			ES07Z1-K (AS)	Tipo ya descrito
			ES05Z1-K (AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 300/500 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) (para conexión interior de los cuadros eléctricos) UNE 211 002

Figura 17: Taula característiques i tipus de cablejat

Font: Guia d'aplicació de la ITC-BT-28 del REBT.

Els diferents tipus de cablejat escollits per a la instal·lació són els següents:

- ES07Z1-K (AS) 450/750 V
- RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
- SZ1-K(AS+) 0,6/1 kV

S'utilitzarà el cablejat del tipus ES07Z1-K (AS) 450/750 V per a les línies de il·luminació i endolls.

El cablejat del tipus RZ1-K(AS) 0,6/1 kV per a tots els receptors de maquinària.

El cablejat del tipus SZ1-K(AS+) 0,6/1 kV assegurarà la continuïtat del subministrament elèctric en cas d'incendi, s'utilitzarà aquest tipus de cablejat en els circuits de seguretat, enllumenat

d'emergència, circuits de ventilació, circuits de detecció i d'alarma i control d'accessos. Complint amb l'especificat en la ITC-BT-28.

Els conductors de la instal·lació seguiran el codi de colors descrit en la ITC-BT-19.

- Neutre → blau clar.
- 1 Fase → marró o negre
- 3 Fases → marró, negre i gris (1 color per a cada una de les fases).
- Conductor de protecció → Verd i groc

CAIGUDES DE TENSIÓ

La caiguda de tensió màxima permesa tal i com indica la ITC-BT-19 és la següent:

- 3% Per receptors de il·luminació.
- 5% Per la resta de receptors.

La caiguda de tensió màxima admissible podrà compensar-se entra la instal·lació interior i la derivació individual, tot i així no s'ha realitzat cap compensació en el present projecte.

El procés per calcular la caiguda de tensió s'explica en l'apartat 2.5 del present projecte i en l'annex de càlculs es pot observar el valor obtingut per a cada una de les línies.

INTENSITATS MÀXIMES ADMISIBLES

Les intensitats màximes permeses en els conductors de la instal·lació interior o receptora es regiran segons la norma UNE 20.460-5-523 o la norma UNE-HD 60.34-5-52:2014 que actualitza i substitueix l'anterior. Tot i així els valors de intensitats màximes admissibles descrits en les dues UNE s'accepten com a vàlids actualment.

En el present projecte s'ha utilitzat la taula C-52-1 bis de la UNE-HD.60.364-5-52 que es mostra en la figura 18.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES																		
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																	
A1		3PVC	2PVC				3XLPE		2XLPE									
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE											
B1			3PVC		2PVC					3XLPE					2XLPE			
B2			3PVC	2PVC				3XLPE	2XLPE									
C					3PVC				2PVC			3XLPE			2XLPE			
E							3PVC			2PVC			3XLPE		2XLPE			
F									3PVC				2PVC		3XLPE		2XLPE	
Sección mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Cobre (No enterrado)	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	21	23	—
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135
	35	—	—	—	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168
	50	—	—	—	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204
	70	—	—	—	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262
	95	—	—	—	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320
	120	—	—	—	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373
	150	—	—	—	—	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	—	—	—	—	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	—	—	—	—	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617

Figura 18: Taula intensitat màxima admissible cablejat.

Font: Taula C-52-1 bis –UNE-HD 60.364-5-52

Excepte per a les canalitzacions soterrades que s'ha utilitzat taula que mostra la figura 19 extreta de la ITC-BT-19:

SECCIÓN mm ²	3 XLPE (3 cables unipolares o 1 tripolar)		2 XLPE (2 cables unipolares o 1 bipolar)	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	--	27	--
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575
Condiciones de cálculo	Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W			
	Temperatura del terreno: 25°C			
	Profundidad de la instalación: 70 cm			

Figura 19: Taula intensitat màxima admissible cablejat soterrat.

Font: ITC-BT-19 del REBT.

Totes les línies es protegiran amb interruptors automàtics magnetotèrmics de intensitat nominal inferior a la intensitat màxima admissible del conductor, tal i com s'indica en els esquemes unifilars.

El procés per determinar seccions seleccionades en funció de la intensitat de càlcul, el tipus de conductor i el tipus de instal·lació està explicat en l'apartat 2.5 del present projecte, en l'annex de càlculs es pot veure en detall la intensitat màxima admissible per a cada línia.

2.6.6 PROTECCIONS

PROTECCIÓ CONTRA SOBREINTENSITATS

S'instal·laran interruptors magnetotèrmics automàtics a totes les línies de la instal·lació per tal de garantir la protecció contra sobreintensitats.

Aquest s'han dimensionat a partir del full de càlcul tenint en compte la càrrega de cada línia, en els esquemes unifilars es pot veure el tipus de magnetotèrmic escollit en cada cas.

S'hauran complir les especificacions de la normativa UNE 20.460-4-43 i de la ITC-BT-22.

PROTECCIÓ CONTRA SOBRETENSIONS

S'instal·larà en el quadre general de distribució un dispositiu de protecció contra tensions permanents i transitòries.

La instal·lació del dispositiu contra tensions permanents es obligatòria tal com marca la Guia Vademecum de Feccsa-Endesa.

Les tensions transitòries venen descrites en la ITC-BT-23 com a les sobretensions que es transmeten per les xarxes de distribució i que s'originen com a conseqüència de descarregues atmosfèriques, commutacions de xarxa i defectes d'aquesta.

A Catalunya amb un índex de tempestes superior a 25 a l'any es molt recomanable la instal·lació d'un equip de protecció contra sobretensions transitòries.

Per tal de garantir una major protecció dels equips s'ha decidit instal·lar protecció contra tensions transitòries.

PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES INDIRECTES

S'instal·laran interruptors diferencials en els diferents quadres elèctrics per tal de garantir la protecció contra contactes directes.

Els interruptors diferencials asseguraran el tall automàtic de la alimentació després de un fallada per tal de protegir a les persones o animals domèstics.

La sensibilitat d'aquets interruptors diferencials assegurarà que la tensió màxima de fallada serà de 50 V, valor eficaç en corrent alterna en condicions normals i de 24 V per als locals humits.

S'haurà de complir sempre la següent desigualtat:

$$R_a \cdot I_a \leq U \quad (\text{Eq. 13})$$

On:

- R_a : És la suma de les resistències de la xarxa de posada a terra més la dels conductors de protecció fins al punt de contacte.
- I_a : És la corrent que assegura el funcionament automàtic del dispositiu de protecció, es a dir la sensibilitat de l'interruptor diferencial.

- U: És la tensió de contacte límit (50 o 24 V)

2.7. INSTAL·LACIÓ DE POSADA A TERRA

La instal·lació de posada a terra es realitza amb l'objectiu de limitar la tensió que, respecte a terra, pot presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar la actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una averia en els materials elèctrics utilitzats.

Els conductors utilitzats per a la instal·lació de posada a terra seran de coure i amb resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 210022.

La xarxa de posta a terra s'haurà de realitzar com a mínim a 0,5 metres de profunditat

La resistència total de la xarxa de posada a terra no serà superior a 10 ohm tal com exigeix la normativa de infraestructures comunes de telecomunicacions, amb una resistència a terra i interruptors diferencials de com a màxim 300 mA de sensibilitat es garanteix que en cas d'existir tensió de defecte a terra serà sempre a inferior a 50 V tal i com exigeix la ITC-BT-18.

$$Vd = Id \cdot Rt \quad (\text{Eq. 14})$$

$$Vd = 0,3 \cdot 10 = 3 V < 50 V \quad (\text{Eq. 15})$$

El conductor de coure nu de posada a terra serà de 35 mm² de secció i unirà l'estructura metàl·lica de tots els pilars de l'edifici mitjançant soldadures aluminotèrmiques. També s'instal·laran dues piques verticals de 2,5 m de longitud unides a la xarxa de terres.

També s'instal·larà una posta a terra independent per al grup electrogen.

2.7.1 JUSTIFICACIÓ DEL CàLCUL DE LA POSADA A TERRA

En primer lloc es determinar la resistivitat del terreny, es poden observar els diferents valors de la resistivitat del terreny en funció del tipus de terra en la taula 3 de la ITC-BT-18.

En el present projecte es realitzaran els càlculs tenint en compte una resistivitat del terreny de 500 Ω·m.

Per el càlcul de la posta terra es seguirà el procés descrit en la ITC-BT-18

Pica vertical:

$$Rv = \frac{\rho}{L} \quad (\text{Eq. 16})$$

Conductor enterrat:

$$R_c = 2 \cdot \frac{\rho}{L} \quad (\text{Eq. 17})$$

Resistència total a terra:

$$R_t = \frac{R_v \cdot R_c}{R_v + R_c} \quad (\text{Eq. 18})$$

S'obté un valor de la resistència a terra de 3,86 ohm, donarem com a vàlid aquest valor ja que es tracta d'un valor molt baix, tindrem una xarxa de posada a terra molt eficient.

Un cop feta la instal·lació un tècnic qualificat haurà de pendre la mesura de la posta a terra des de la borna de posta a terra, per tal de verificar que el valor de càlcul es correcte o si aproxima.

Es pot veure la ubicació de la borna de posta a terra al plànol de posta a terra.

En l'annex de càlculs es pot veure amb més detall els càlculs realitzats per a la xarxa de posta a terra.

2.8. BATERIA DE CONDENSADORS

La bateria de condensadors realitza la funció de millorar el factor de potència de la instal·lació. Gràcies a la instal·lació de la bateria de condensadors es reduirà al mínim el consum de potència aparent i per tan s'aconseguirà reduir el consum elèctric, es a dir s'obtindrà una reducció important en la factura de la llum i una major eficiència de la instal·lació.

Per tal de dimensionar la bateria de condensador s'estimarà factor de potència mig de $\cos(\varphi) = 0,91$. Les càrregues que més empitjoren el factor de potència total son els motors de les màquines de clima, bombes del pou de bombeig, màquinaria de la cuina etc...

Es calculara la bateria de condensador per aconseguir una compensació que ens millori el factor de potència fins a $\cos(\varphi) = 0,98$.

S'utilitzarà la següent formula per calcular l'energia reactiva a compensar:

$$Q = P_s \cdot (\tan(\cos^{-1}(\varphi))_{inicial} - \tan(\cos^{-1}(\varphi)_{final})) \quad (\text{Eq. 19})$$

$$Q = 240,181 \cdot (\tan(\cos^{-1}(0,91))_{inicial} - \tan(\cos^{-1}(0,98)_{final})) \quad (\text{Eq. 20})$$

$$Q = 74,28 \text{ kVar} \quad (\text{Eq. 21})$$

On:

Q = Potència reactiva a compensar [kVar]

P_s = Potència simultània total de la instal·lació [kW]

$\cos(\varphi)_{inicial}$ = Factor de potència inicial

$\cos(\varphi)_{final}$ = Factor de potència final.

Como previsión se ha elegido una batería de condensadores de la marca CISAR modelo PHICAP_400V con las siguientes características.

Taula 16: Característiques bateria de condensadors.

Font: Ficha tècnica bateria de condensador CISAR.

Bateria de condensadores PHICAP_400 V marca CISAR	
Armario	M 100
Potència reactiva [kVar]	75
Escalones [kVar]	5+10+3x20
Dimensiones [mm]	710 x 754 x 258
Peso [kg]	44



Figura 20: Bateria de condensador PHICAP_400V marca CISAR.

Font: Ficha tècnica bateria de condensadors CISAR.

En el quadre general de distribució s'ha previst la instal·lació de un analitzador de xarxes. Es recomana analitzar el consum d'energia reactiva durant un parell de mesos abans de instal·lar la bateria de condensadors, així es comproba que la estimació feta es correcta i en cas de que no ho fos s'instal·la una bateria de condensadors que s'adequi a les necessitats de la nostra instal·lació.

2.9. RECÀRREGA VEHICLE ELÈCTRIC

L'aparcament de l'edifici té un total de 19 places per a cotxe i 23 places per a motocicleta. Es disposarà de algun punt de recàrrega per a vehicle elèctric.

El punt 5.2 de la ITC-BT-10 per el càlcul estableix que per el càlcul de la previsió de càrrega de vehicle elèctric es tindrà en conté un mínim de 3.680 W per el 10% de les places instal·lades, aplicant un factor de simultaneïtat de 0,3 en cas que es disposi de un sistema de protecció de la línia general de alimentació (SPL).

$$10\% \cdot 42 \cdot 3.680 \cdot 0,3 = 4.636 \text{ W} \quad (\text{Eq. 22})$$

En el apartat 5.2 de la ITC-BT-52 ens parla de la obligatorietat de com a mínim disposar de una preinstal·lació elèctrica per a la recarrega del vehicle elèctric. Aquesta preinstal·lació s'haurà de dimensionar per que el cablejat aguantí la previsió de com a mínim el 15% de les places totals de l'aparcament.

Tot i aquestes preescripcions de mínims es decideix realitzar una instal·lació més gran per tal de promocionar i donar facilitats als usuaris que decideixin utilitzar cotxe, motocicleta o fins i tot bicicleta elèctrica.

S'instal·laran 10 punts de recàrrega per a vehicle elèctric destinats a les places de motocicletes i 5 punts de recàrrega per a vehicle elèctric destinats a les places de cotxe.

El model de punt de recàrrega a instal·lar serà el RVE-WB-MIX-SMART de la marca CIRCUTOR. Aquest model ens permetrà connectar-hi dos tipus de connectors:

- Schucko 16 A, potència màxima 3.680 W (monofàsic). Càrrega Mode 2.
- Tipo 2 (Mennekes) 32 A, potència màxima 7.400 W (monofàsic). Càrrega Mode 3.



Figura 21: Punt de recàrrega RVE-WB model gèneric.

Font: Circutor.

La connexió schucko es la que tenen actualment la majoria de motocicletes de petita cilindrada elèctriques i la connexió tipo 2 és la connexió reglamentària europea per al vehicle elèctric. El tipus de punt de recàrrega escollit ens ofereix una gran versatilitat. En cas de clients de la residència amb connectors del tipus 1 implementat a estats units i asia, i del tipus 3 es trobarien amb el handicap de comprar-se un adaptador.

Es seguirà el esquema de connexió 4a de la ITC-BT-52 en el que s'instal·la un circuit adicional que penja del contador principal de l'edifici i cada un dels punts de recarrega disposa del seu propi contador secundari. El model de punt de recàrrega escollit ja disposa del seu propi contador secundari.

S'instal·larà un quadre secundari al costat del quadre secundari de l'aparcament situat a la planta soterrani només per a la protecció dels punts de recàrrega per a vehicle elèctric.

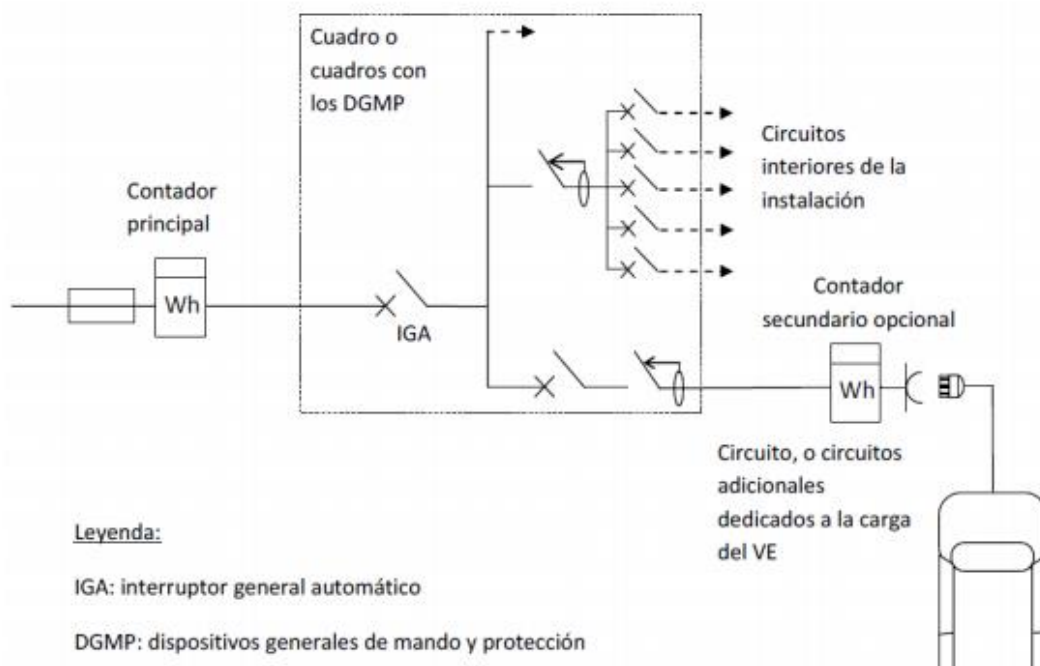


Figura 22: Esquema 4a de connexió de vehicle elèctric.

Font: ITC-BT-52 del REBT.

Els punts de recàrrega instal·lats disposen d'un sistema intel·ligent de gestió que regulara la carrega que dona a cada punt de consum en funció de la potència disponible. Aquest sistema vindria a ser el que el REBT descriu com a sistema de protecció de la línia general d'alimentació per això a l'hora de preveure la potència simultània del quadre tindrem en compte un factor de simultaneïtat de 0,3.

La previsió de càrregues simultanes màxima per al quadre de vehicle elèctric serà la següent

$$Previsió\ de\ càrregues = 0,3 \cdot 15 \cdot 7400 = 33300\ W \quad (Eq. 23)$$

Els residents que vulguin utilitzar els punt de recàrrega elèctrica disposaran d'una targeta per tal d'activar la recàrrega. El mateix punt de recàrrega disposa de comptador secundari i la tecnologia necessària per emmagatzemar la informació de recàrrega a la targeta de cada un dels residents.

El consum realitzat per a cada un dels residents se'ls hi afegirà al càrrec de la mensualitat. Per tal d'establir el preu del kWh es farà una mitja del preu a les diferents hores del dia i s'hi afegirà un descompte per tal de fomentar la mobilitat amb vehicle elèctric. Aquest descompte la residència l'ofereix com a un servei per al seus clients.

3. MEMÒRIA D'IL·LUMINACIÓ

3.1. NORMES I REFERÈNCIES

Per tal de realitzar el projecte s'han tingut en compte les següents normatives i disposicions legals:

- Real Decret 314/2006, de 17 de març pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació: Secció HE3 "Eficiència Energètica de les instal·lacions d'Enllumenat" del Document Bàsic "Estalvi d'energia".
- Real Decret 314/2006, de 17 de març pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació: Secció HE5 "Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica" del Document Bàsic "Estalvi d'energia".
- Real Decret 314/2006, de 17 de març pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació: Secció SU4 "Seguretat davant el risc causat per il·luminació inadequada" del Document Bàsic "Seguretat d'utilització".
- UNE 12464.1 "Norma Europea sobre la il·luminació per a interiors".
- Guia tècnica per a l'avaluació i prevenció dels riscos relatius a l'utilització de llocs de feina, que adopta la norma EN 12464 i ha estat elaborada en virtut del disposat a l'article 5 del Real Decret 486/1997, de 14 d'abril, que desenvolupen la Llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals
- RAEE "Real Decret sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus".
- RoHS Directiva 2002/95 CE sobre "Restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses per aparells elèctrics i electrònics".
- REBT 2002 "Reglament electrotècnic de baixa tensió".

3.2. INSTAL·LACIÓ DE IL·LUMINACIÓ

Per tal de dissenyar la instal·lació de il·luminació s'ha estudiat amb la finalitat de que sigui funcional, segura, tingui el mínim de consum possible i el seu cost de instal·lació i manteniment no sigui exagerat.

Per això es realitzarà tota la instal·lació amb lluminària LED, tot i que el cost inicial de la instal·lació serà més elevat a la llarga es produirà un estalvi degut al seu baix consum i la llarga vida útil d'aquest tipus de lluminàries. Així també es col·laborarà en generar un impacte ambiental inferior.

3.2.1 LLUMINÀRIES INSTAL·LADES

Totes les lluminàries a instal·lar seran de tipus LED per garantir un bon nivell d'eficiència energètica.

S'ha decidit utilitzar un downlight LED encastrable a fals sostre per a la major part de la instal·lació, s'instal·laran amb un color de temperatura més càlid o més neutre en funció de les necessitats de cada espai.

A les habitacions s'instal·larà tira LED lineal a sobre les taules d'estudi també s'instal·larà tira LED lineal a sobre els fogons a les habitacions amb cuina, en aquest cas la tira LED tindrà un grau de protecció IP 65.

A les terrasses de les habitacions i a la coberta s'instal·larà una lluminària tipus LED amb grau de protecció IP 65 per tal de que no es malmeti amb la pluja.

A l'aparcament s'instal·laran lluminàries LED amb un gran poder lumínic, finalment patis comuns s'instal·larà lluminària tipus projector LED.

A continuació es detallen els models i característiques bàsiques de cada lluminària:

Instal·lació principal:

- Model: MINI KOMBIC G2 RD 1800 WW BR/WH
- Marca: LAMP
- Potència: 12 W
- Flux lumínic: 1334 lm
- Temperatura de color: 3000K o 4000K
- Grau de protecció: IP44



Figura 23: Luminària mini Kombic Lamp.

Font: www.lamp.es

Habitacions:

- Model: FINE LED STRIP
- Marca: LAMP
- Potència: 18,6 W/m
- Flux lumínic: 1502 lm/m
- Temperatura de color: 3000K
- Grau de protecció: IP20 o IP65



Figura 24: Luminària fine LED Strip Lamp.

Font: www.lamp.es

Terrasses:

- Model: TRACE IP65 200 VERT
- Marca: LAMP
- Potència: 3 W
- Flux lumínic: 115 lm
- Temperatura de color: 3000K
- Grau de protecció: IP65



Figura 25: Lluminaària Trace Lamp.

Font: www.lamp.es

Aparcament:

- Model: OLEXEON 1500 B
- Marca: TRILUX
- Potència: 31 W
- Flux lumínic: 3800 lm
- Temperatura de color: 4000K
- Grau de protecció: IP66



Figura 25: Lluminaària Olexeon 1500B Trilux.

Font: www.trilux.com

3.2.2 NIVELLS LUMÍNICS

D'acord amb el punt 1 de la Secció SU 4 del codi tècnic d'edificació (CTE), s'ha previst una instal·lació d'enllumenat normal capaç de proporcionar els següents nivells mínims d'il·luminació a nivell de terra:

- Enllumenat en zones exteriors: 20 lux
- Enllumenat en zones interiors: 100 lux
- Enllumenat en Aparcaments interiors: 50 lux

El factor d'uniformitat mitja serà del 40% com a mínim.

Aquets nivells descrits per el CTE, son uns nivells de mínims per això a l'hora de dissenyar la instal·lació de il·luminació es tindran en compte els valors il·luminació mínima descrits en la normativa europea UNE-EN-12464-1:2012, sempre que siguin superiors als mínims descrits per el CTE.

Els valors mínims descrits es mostren a la taula 17

Ja que dins l'apartat locals de pública concurrència de la norma UNE-EN-12464:2012, no hi ha definit un apartat per a residències d'estudiants, s'han agafat alguns valors de l'apartat àrees comuns dins d'edificis i de edificis destinats a ús educatiu.

Taula 17: *Il·luminació mínima en funció de la zona.*

Font: UNE-EN-12464:2012

3.2.3 CÀLCUL DEL NIVELL LUMÍNIC

DESCRIPCIÓ	Em [Lux]	UGRL	Ra
Àrees de circulació y passadissos	100	28	40
Halls de entrada	100	22	80
Escales, escales automàtiques, cintes transportadores	150	25	40
Menjador	200	22	80
Vestuaris, sales de rentadores, lavabos	200	25	80
Sales de material	200	25	60
Magatzem	100	25	60
Sales comuns de estudi i sales de reunió	200	22	80
Cuina	500	22	80
Aparcament: Rampa d'accés o sortida (nit)	75	25	20
Aparcament: Circulacions	75	25	20
Zones d'aparcament	75	-	20

S'ha realitzat un estudi lumínic amb un software anomenat DIALUX, aquest software permet aplicar les fotometries reals de les lluminàries utilitzades i extreure'n valors detallats i molt pròxims a la realitat de nivells de il·luminació, simetria valors d'eficiència energètica.

Ens trobem en el cas que existeixen varies zones amb distribucions molt semblants o idèntiques per tal de optimitzar recursos s'ha realitzat l'estudi lumínic de les zones més representatives, aquestes són:

- Zona menjador, líving i recepció de la planta baixa
- Passadís
- Sala polivalent
- Sala d'estudi
- Sala d'estudi 1
- Sala d'estudi 2
- Escala 1

- Escala 2
- Bany comú
- Cuina
- Aparcament
- Habitació tipus

Un cop realitzat l'estudi lumínic es comprova que els valors de il·luminació compleixin amb les especificacions descrites en la UNE-EN-12464-1:2012.

A la taula 18 apareixen els valors calculats.

Taula 18: Nivells d'il·luminació calculats.

Zona	Em Calculat [Lux]	Em mínim [Lux]
Menjador, líving i recepció de la planta baixa	373	200
Passadís	187	100
Sala polivalent	248	200
Sala d'estudi	321	200
Sala d'estudi 1	354	200
Sala d'estudi 2	503	200
Escala 1	183	150
Escala 2	151	150
Bany comú	363	200
Cuina	560	500
Aparcament	112	75
Habitació tipus	289	200

En l'annex D de càlcul lumínic es pot veure l'estudi lumínic complet realitzat amb el software DIALUX.

3.2.4 CONTROL DE LA IL·LUMINACIÓ

S'ha previst un control centralitzat de la il·luminació mitjançant un panell d'interruptors amb indicador d'estat situat a la zona d'accés, amb el que es podrà apagar o donar servei a les diferents línies d'enllumenat.

Per altra banda, cadascun dels recintes es podrà controlar de forma individual mitjançant detectors de presència situats als lavabos, sales comunes, sales d'estudi, escales, cuina i passadissos. D'aquesta manera es minimitzarà el consum energètic en tot moment, evitant que quedin llums enceses quan no hi ha una activitat continuada en alguna de les sales anteriorment desglossades.

A les terrasses s'instal·laran interruptors crepusculars per tal de garantir la il·luminació d'aquestes quan caigui el sol.

A la resta de estances es controlaran mitjançant interruptors individuals.

3.2.5 IL·LUMINACIÓ D'EMERGÈNCIA

Les instal·lacions de il·luminació d'emergència tenen com a objectiu assegurar, en cas de fallada de la il·luminació normal, la il·luminació dels locals i accessos fins les sortides, per una eventual evacuació de les persones.

L'alimentació de l'enllumenat d'emergència serà automàtica amb tall curt.

Per tal de dissenyar la instal·lació de il·luminació d'emergència s'han seguit les instruccions de la ITC-BT-28.

La instal·lació de il·luminació s'ha realitzat amb aparells autònoms d'emergència, considerats aquests tal i com defineix el punt 3.4.1 de la instrucció BT-28, que compliran l'establert en les normes UNE 60.598 -2-22, UNE 20.392 i UNE 20.062, segons el tipus.

El punt 3.3 de la instrucció BT-28 estableix els criteris de col·locació de il·luminació d'emergència. Per al present projecte es col·locarà en les zones on la evacuació sigui per més de 100 persones (zones de circulació), lavabos de públic accés, en els locals que tinguin dispositius generals de protecció (quadres elèctrics), sortides d'emergència i senyals de seguretat, canvis en la ruta d'evacuació, prop dels equips de prevenció i extinció d'incendis.

IL·LUMINACIÓ DE SEGURETAT

Es preceptiva la instal·lació de il·luminació de seguretat, seguint els criteris abans esmentats.

La il·luminació de seguretat estarà previst per entrar en funcionament automàticament quan es produeixi una fallada de la il·luminació general o quan la tensió d'alimentació a aquest baixi per sota del 70% del seu valor nominal.

La instal·lació serà fixa i estarà dotada de fonts pròpies d'energia. Només s'utilitzarà el subministrament d'energia exterior per la seva càrrega.

Cada una de les lluminàries d'emergència disposarà de bateria amb una autonomia de com a mínim una hora.

IL·LUMINACIÓ D'EVACUACIÓ

Es la part de la il·luminació de seguretat prevista per garantir el reconeixement i la utilització dels mitjans i rutes d'evacuació quan els locals estiguin o puguin estar ocupats.

Aquest complirà els requeriments de la il·luminació de seguretat.

En rutes d'evacuació la il·luminació d'evacuació proporcionarà, mesurat a nivell de terra i del eix dels passos principals, un nivell lumínic mínim de 1 lux.

En els punts on estiguin situats equips de prevenció i extinció contra incendis que requereixin utilització manual, així com també en quadres elèctrics de distribució de il·luminació, el nivell lumínic mínim serà de 5 lux.

La instal·lació de il·luminació d'evacuació funcionarà, en cas de fallada de la alimentació normal, durant un mínim de 1 h donant els nivells lumínic abans esmentats.

IL·LUMINACIÓ D'AMBIENT O ANTIPÀNIC

Es la part de la il·luminació de seguretat previst per evitar tot risc de pànic i proporcionar una il·luminació ambient adequada que permeti als ocupants del local identificar i accedir a les rutes d'evacuació i identificar obstacles.

La il·luminació d'ambient proporcionarà un nivell lumínic mínim de 0,5 lux en tot l'espai considerat, des de el terra fins a una alçada de 1m.

La relació entre el nivell màxim i el nivell mínim, en tot l'espai considerat, no serà superior a 40.

La instal·lació de il·luminació d'ambient tindrà funcionarà, en cas de fallada de la alimentació normal, durant un mínim de 1 h donant els nivells lumínic abans esmentats.

DISSENY DE LA IL·LUMINACIÓ D'EMERGÈNCIA

Per tal de garantir que es compleixen totes les prescripcions explicades anteriorment s'han utilitzat les fotometries que ens ha facilitat l'empresa SAGELUX del grup LUXIONA, s'ha dibuixa la instal·lació en AUTOCAD garantint que el nivell mínim de il·luminació en el recorregut de

evacuació sigui de 1 lux i de 5 lux en els punts on estan situats els elements de protecció contra incendis i els quadres elèctrics.

S'ha escollit la lluminària EVO-400 tipus LED de la marca SAGELUX, compleix amb les normatives UNE-EN 60598-2-22, UNE-EN 62031, UNE-EN 62384 i te les següents característiques:

- Potència: 3,2 W
- Flux lumínic: 400 lm
- Grau de protecció: IP44 / IK04
- Apta per ser muntada en superfícies inflamables
- Bateria Ni-Cd estanca de alta temperatura, protegida contra sobreintensitat
- Conforme amb la directiva RoHS



Figura 26: Luminària d'emergència EVO-400 Sagelux
Font: www.sagelux.com

3.3. VALOR D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LA INSTAL·LACIÓ (VEEI)

La instal·lació d'il·luminació s'ha realitzat seguint els criteris d'eficiència energètica marcats en el codi tècnic d'edificació (CTE) per a edificis de nova construcció.

Concretament els valors d'eficiència energètica màxima estan descrits en el document bàsic d'estalvi d'energia, en la secció HE d'eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació, DB-HE-3 del CTE.

El valor d'eficiència energètica ve donat per un coeficient anomenat VEEI que relaciona el consum de la lluminària amb la il·luminació d'aquesta i la superfície a il·luminar.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad (\text{Eq. 24})$$

On:

P = Potència total instal·lada [W]

S = Superfície il·luminada

E_m = il·luminació mitja horitzontal [lux]

Els valors de VEEI mínims descrits en el CTE s'observen a la taula 19.

Taula 19: Nivells de VEEI màxims

Font: DB-HE-3 del CTE

ZONA D'ACTIVITAT	VEEI (màxim)
Administratiu en general	3,0
Andanes de estacions	3,0
Pavellons de exposició o fires	3,0
Sales de diagnòstic	3,5
Aules i laboratoris	3,5
Habitacions d'hospital	4,0
Recintes interiors no descrits en aquest llistat	4,0
Zones comunes	4,0
Magatzems, arxius, sales tècniques i cuines	4,0
Aparcaments	4,0
Espais esportius	4,0
Estacions de transport	5,0
Supermercats i grans magatzems	5,0
Biblioteques museus i galeries d'art	5,0
Zones comuns en edificis no residencials	6,0
Centres comercials (tendes excloses)	6,0

Hosteleria i restauració	8,0
Religió en general	8,0
Sales d'actes, auditoris i sales d'usos múltiples i convencions, sales d'oci o espectacle, sales de reunions i sales de conferències	8,0
Botigues i petits comerços	8,0
Habitacions d'hotels	10
Locals amb alts nivells d'il·luminació, superior a 600lux	2,5

Els valors de VEEI calculats de les zones més representatives a partir de l'estudi lumínic es mostren a la taula 20.

Taula 20: Nivells de VEEI calculats.

Zona	VEEI calculat [W/m ² /100 lx]	VEEI màxim [W/m ² /100 lx]
Menjador, líving i recepció de la planta baixa	1,21	4,0
Passadís	1,46	4,0
Sala polivalent	1,19	4,0
Sala d'estudi	1,30	3,5
Sala d'estudi 1	1,32	3,5
Sala d'estudi 2	1,29	3,5
Escala 1	1,43	4,0
Escala 2	1,77	4,0
Bany comú	1,09	4,0
Cuina	1,15	4,0
Aparcament	0,92	4,0
Habitació tipus	1,5	10,0

S'ha dissenyat tota la instal·lació amb lluminàries de tecnologia LED de molt baix consum per tal de complir sobradament amb les exigències d'eficiència energètica del CTE. Les lluminàries instal·lades també tenen una llarga vida útil per tal de tenir el mínim impacte ambiental possible.

4. IMPACTE AMBIENTAL

A l'hora de realitzar el projecte s'han tingut en conté conceptes per tal de generar el mínim impacte ambiental possible.

S'ha decidit promocionar el vehicle elèctric i per això s'ha realitzat una inversió important en la instal·lació de punts de recàrrega de vehicle elèctric. S'han instal·lat 15 punts de recàrrega molt per sobre del mínim exigít per normativa. Els punts de recàrrega instal·lats disposen de connexió tipus schuko i connexió tipus dos per tal de facilitar la connexió de qualsevol tipus de vehicle elèctric tan sigui bicicleta com motocicleta o automòbil. La residència com a servei extra aplicarà un descompte a la factura de la recàrrega de vehicle elèctric dels seus clients per tal de fomentar-ne la utilització.

Per altra banda tots els equips previstos a la instal·lació son d'alta eficiència per tal de reduir al màxim el consum elèctric. Tota la instal·lació d'enllumenat es realitzarà amb llumeneres de tipus LED d'alta eficiència i llarga vida útil que reduirà molt considerablement la petjada ecològica en comparació a les instal·lacions d'enllumenat amb altres tipus de llumeneres.

BIBLIOGRAFIA

- Benilde Bueno. 2002.Reglamento electrotécnico para baja tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto de 2002 actualizado según RD 560/2010 y RD 1053/2014. 3ª ed. Madrid: Marcombo. ISBN:978-84-267-2316
- Fecsa Endesa, Guía Vademécum. Instalaciones de enlace en baja tensión. 3ªed. rev1 febrero. 2014
- UNE-EN-12464:2012 Norma europea sobre la iluminación para interiores
- <https://www.codigotecnico.org/>
- https://www.pramac.com/es_ES/home
- <https://www.lamp.es/es>
- <https://www.trilux.com/es/>
- <http://www.sagelux.com/>
- <http://circuitor.es/es>
- <https://cisar.es/>
- <http://www.legrand.es/>
- <http://www.hager.es/>